

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-318560

(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/265

H01L 21/66

(21)Application number : 05-131318

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 07.05.1993

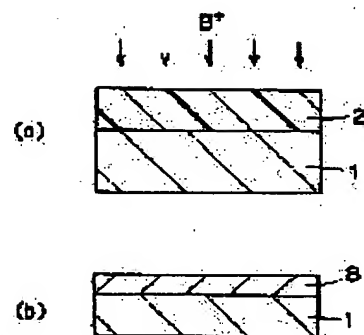
(72)Inventor : KITAMURA YOSHIHIRO

(54) MEASUREMENT OF THERMOWAVES

(57)Abstract:

PURPOSE: To monitor the dose amount even in the case that ions are implanted with high energy and at a low dose amount.

CONSTITUTION: The surface of a silicon substrate 1 is covered with photo resist 2, an ion implantation resistance layer. Then, impurities are dosed by ion implantation with high energy. After that, the photo resist 2 is removed and thermowaves are measured. As for the ion implantation resistance layer, the photo resist could be replaced with a silicon oxide film, etc.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.05.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.09.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-318560

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/265				
21/66	L	7630-4M		
		8617-4M	H 0 1 L 21/ 265	T

審査請求 有 請求項の数3 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-131318

(22)出願日 平成5年(1993)5月7日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 北村 義裕

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

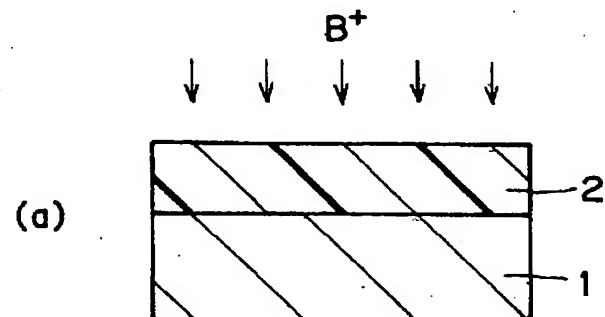
(74)代理人 弁理士 尾身 祐助

(54)【発明の名称】 サーマウェーブ測定方法

(57)【要約】

【目的】 高エネルギー(1MeV以上)、低ドーズ量でイオン注入された場合にもドーズ量をモニタできるようにする。

【構成】 シリコン基板1上をイオン注入抵抗層としてのフォトレジスト2で被覆する。高エネルギーで不純物をイオン注入する〔(a)図〕。フォトレジスト2を剥離して〔(b)図〕サーマウェーブ測定を行う。イオン注入抵抗層として、フォトレジストに代えシリコン酸化膜等を用いることができる。



1…シリコン基板
2…フォトレジスト
8…イオン注入層

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板表面をイオン注入抵抗被膜で被覆する工程と、該イオン注入抵抗被膜を透過させて前記半導体基板内に不純物をイオン注入する工程と、前記イオン注入抵抗被膜を除去する工程と、サーマウェーブ測定を行う工程と、をこの順で行うことを特徴とするサーマウェーブ測定方法。

【請求項2】 前記イオン注入抵抗被膜が、フォトレジスト膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、多結晶シリコン膜またはこれらの膜の積層体のいずれかである請求項1記載のサーマウェーブ測定方法。

【請求項3】 サーマウェーブ測定が、スクライブ領域またはスクライブ領域以外の、製造すべき半導体素子の特性に影響を与えない領域において行われることを特徴とする請求項1記載のサーマウェーブ測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、イオン注入時のドーズ量をモニタするためのサーマウェーブ測定方法に関し、特に高エネルギーでイオン注入を行う場合のドーズ量モニタ方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、半導体装置の製造工程において用いられるイオン注入エネルギーは、最高500keV程度であったが、近年、最高エネルギーが1桁高いMeV級のイオン注入装置が市販されるようになり、半導体装置の製造工程においても実際に1MeVを超えるエネルギーのイオン注入が行われるようになってきている。そこで、このような高エネルギーのイオン注入が行われた場合のドーズ量の評価・モニタを行うことが必要となるが、従来の評価・モニタする手段は以下に示すものであった。

【0003】 (A) ダブルイオン注入法：まず、図5の(a)に示されるように、低エネルギーでイオン注入を行い、アニール処理を行って浅い導電層Aを形成する。シート抵抗を測定する(測定値を R_1 とする)。次に、図5の(b)に示されるように、高エネルギーでイオン注入を行い、アニール処理を行って深い導電層Bを形成する。シート抵抗を測定し(測定値を R_2 とする)、両測定値から深い導電層の抵抗値 R_3 を以下のように求める。

$$R_3 = (1/R_2 - 1/R_1)^{-1}$$

この抵抗値により高エネルギーイオン注入のドーズ量を評価する。

【0004】 (B) サーマウェーブ法：図6は、市販されているサーマウェーブ測定装置の測定原理を説明するためのブロック図である。同図に示されるように、ウェハ10に、ポンプレーザ源12より1MHzで変調された波長488nmのアルゴンレーザ光11を照射する。また、プローブレーザ源15より、出力一定で波長63

3nmのヘリウムネオンレーザ光14を、アルゴンレーザ光11と同一点に照射して、ウェハ10から反射したヘリウムネオンレーザ光14を検出器13で観測し、このときのウェハ10の反射率の変化をサーマウェーブ値として検出している。

【0005】 ウェハ10の結晶にダメージが存在していると、このダメージ量に応じて反射率が変化することから、上記測定方法によりイオン注入時のドーズ量をモニタすることができる。例えば、ボロニオンを、加速エネルギー：50keVで、ドーズ量を 10^{11} から 10^{14} atoms/cm²に変化させてイオン注入すると、ドーズ量とサーマウェーブ値との間に図7において曲線Aで示す関係が得られるが、このようにドーズ量増加とともにサーマウェーブ値が単調に増加する傾向から、サーマウェーブ値によりドーズ量をモニタできることが分かる。

【0006】 上記のようなサーマウェーブ測定装置にウェハ表面をエッチングする機構を追加して、ウェハのダメージ評価を深さ方向に対して行う装置が特開平2-89335号公報において提案されている。図8は、その測定装置の概略構成図であって、該装置は、エッチング機構22とサーマウェーブ検出部23とから構成されている。エッチング機構22は、石英窓16および排気管19が設けられ、内部にウェハ台18を収容する減圧チャンバ17と、マイクロ波放電部21と、減圧チャンバ17とマイクロ波放電部21との間を連結する輸送管20とから構成され、またサーマウェーブ検出部23は、図6に示した測定装置と同様の構成を持つ。

【0007】 図8に示す装置において、マイクロ波放電部21において生成されたウェハ10のエッチング活性種は、輸送管20を介して減圧チャンバ17に導入され、一方、サーマウェーブ測定のためのレーザ光は、石英窓16を通してウェハ10上に照射する。このように構成したことにより、ウェハ10の表面を漸次エッチングし、その都度サーマウェーブ値を測定することができ、ウェハ10の深さ方向のダメージの分布を測定することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上述した第1の従来例(ダブルイオン注入法)では、①浅いイオン注入と2回のアニール処理が必要となり、測定に多くの工数を要する、②間接的測定であるため精度が低い。また、感度が低いため、ドーズ量が 1×10^{13} 以下の範囲では測定が不可能である、③製造すべきデバイスに2回のアニールが悪影響を及ぼす可能性がある、等の問題点があった。

【0009】 また、従来のサーマウェーブ法(第2の従来例)では、高エネルギーイオン注入のドーズ量をモニタすることは困難である。それは、サーマウェーブ測定に用いるアルゴンレーザ光のシリコン中への進入長が3μm程度であるため、ヘリウムネオンレーザの反射率の変動を起こす結晶ダメージの存在する位置が深くな

り、検出されるサーマウェーブ値が小さくなるからである。ボロンイオンを3 MeVでシリコン基板に注入したときのドーズ量とサーマウェーブ値との関係を、図7において曲線Bにて示すが、50 keVの場合に比較してサーマウェーブ値が減少しており、さらにドーズ量が 10^{12} atoms/cm²以下では一定となっている。

【0010】上述した、特開平2-89335号公報に記載された方法（第3の従来例）では、エッチングとサーマウェーブ測定とを交互に行う測定方法であるため、評価工数が多くかかり測定に長時間を要する。また、同公報にしたがって本発明者が行った実験結果を図2において曲線Bにて示すが、同図に示されるように、この方法によってもドーズ量が 10^{12} atoms/cm²以下の範囲ではサーマウェーブ値は一定となっている。これは、 10^{12} atoms/cm²以下のドーズ量では、イオン注入によるダメージよりシリコン基板をエッチングすることによって発生する結晶ダメージの影響のほうが大きくなり、イオン注入によるサーマウェーブ値がエッチングによるそれに埋没してしまう結果と考えられる。

【0011】以上のように、従来、高エネルギー注入の場合には 10^{12} atoms/cm²以下のドーズ量を有効に検証する手段はなかった。よって、本発明の目的とするところは、第1に、高エネルギー注入、低ドーズ量の場合にもドーズ量をモニタできる手段を提供することであり、第2に、比較的単純で短い評価工数により上記モニタを可能ならしめることであり、第3に、インラインで実施した際に製造中のデバイスに悪影響を及ぼすことのない測定手段を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明によれば、半導体基板表面をイオン注入抵抗被膜で被覆する工程と、該イオン注入抵抗被膜を透過させて前記半導体基板内に不純物をイオン注入する工程と、前記イオン注入抵抗被膜を除去する工程と、サーマウェーブ測定を行う工程と、をこの順で行うことを特徴とするサーマウェーブ測定方法が提供される。そして、好ましくは上記イオン注入抵抗被膜は、フォトレジスト膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、多結晶シリコン膜またはこれらの膜の積層体のいずれかによって形成されるものである。

【0013】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施例を説明するための断面図である。本実施例は、ウェハ全面に測定パターンを形成する場合の例である。まず、シリコン基板1上にフォトレジスト2を所定量滴下した後、シリコン基板1を一定の回転数で回転させて膜厚2.0 μmのフォトレジスト2でシリコン基板の表面を覆う。このフォトレジスト2の膜厚は、フォトレジストの滴下量とシリコン基板1の回転数により制御することができる。

【0014】次に、ボロンイオンを、加速エネルギー：2.8 MeVでフォトレジスト2を通してシリコン基板1中に注入する[図1の(a)]。この条件下では半導体基板中での平均射影飛程は3 μm以下である。次に、図1の(b)に示すように、フォトレジスト2を剥離して、イオン注入層8を露出させ、この状態でサーマウェーブ測定を行う。ドーズ量を変化させての測定結果を、図2において曲線Aにて示す。本発明によれば、MeVオーダーの高エネルギーでイオン注入が行われても、結晶ダメージをシリコン基板の表面から3 μm以下とすることができると、図2に示されるように、従来の500 keV以下のイオン注入の場合と同様に、 10^{11} atoms/cm²以上のドーズ量についてのモニタが可能となる。

【0015】本実施例に対する、ボロンイオン注入エネルギーとフォトレジスト膜厚の最適条件範囲を、図3において領域Aにて示す。注入エネルギーが1 MeV以下の領域Bでは、従来通りのサーマウェーブ測定を行うことができる。注入エネルギーが1 MeV以上の領域Cでは、注入エネルギーに対してフォトレジストが厚過ぎてシリコン基板に到達しないイオンが増加するため、測定感度が低下する。また、領域Dでは、注入エネルギーに対してフォトレジストが薄過ぎて注入イオンが基板深さ3 μm以上の位置に導入されるので、やはり測定感度が低下する。

【0016】なお、本実施例では、イオン注入抵抗被膜としてフォトレジストを用いたが、これに代えて、シリコン酸化膜（熱酸化膜またはCVD酸化膜）、シリコン窒化膜、多結晶シリコン膜もしくはこれらの膜の積層体等他の被膜を用いることができる。例えば、1000℃でのウェット熱酸化膜を例にとると、ボロンイオンに対する阻止能（イオンが単位長侵入した際に失うエネルギーで定義する）は、フォトレジストの1.3倍程度であり、したがって、この酸化膜を用いた場合、図3における領域Aのフォトレジストの膜厚を0.8倍とすることができるが、このことは本発明者の実験によっても確認されている。窒化膜あるいはこれを含む積層体を用いる場合は、より薄い被膜により高い阻止能を得ることができる。

【0017】次に、図4を参照して本発明の第2の実施例について説明する。この実施例は測定パターンを半導体装置製造工程中のウェハ上に設ける場合の例である。図4の(a)は、製造工程中のウェハの部分平面図であり、図4の(b)～(d)は、図4の(a)のA-A'線断面での工程順の断面図である。図4の(a)に示されるように、本実施例では、サーマウェーブ測定領域5は、半導体チップ7間のスクライブ領域6上に設定されている。したがって、サーマウェーブ測定を行うことによって半導体チップ7の特性が影響を受けることはない。半導体チップ7上にはイオン注入領域4が設けられ

ている。

【0018】図4の(b)に示すように、スクライブ領域を含むシリコン基板1の表面にLOCOS法により膜厚1.0 μm のシリコン酸化膜3を選択的に形成し、フォトリソグラフィ技法により、イオン注入領域4上およびサーマウェーブ測定領域5上に開口を有するフォトレジスト2aを形成する。しかる後、ボロンを加速エネルギー2.0MeVでイオン注入してイオン注入領域4およびサーマウェーブ測定領域5にそれぞれイオン注入層8a、8bを形成する。このとき、サーマウェーブ測定領域5では、イオンは半導体基板表面から3 μm 以上の深さには到達していない。

【0019】次に、フォトレジスト2aを剥離・除去し、新たなフォトリソグラフィ工程により、サーマウェーブ測定領域5上に開口を有するフォトレジスト2bを形成する[図4の(c)]。続いて、HF緩衝溶液によりシリコン酸化膜をエッチングしてイオン注入層8bの表面を露出させる[図4の(d)]。この状態でサーマウェーブ測定を行う。本実施例においてもドーズ量 $10^{11}\text{atoms}/\text{cm}^2$ までの測定が可能である。本実施例はインラインモニタを行うものであるため、測定結果を直ちにラインにフィードバックできる利点がある。

【0020】本実施例においては、スクライブ領域上にサーマウェーブ測定領域を設けていたが、インラインモニタを行う場合でも必ずしもこの領域を使用する必要はなく、製造される半導体チップ7の特性に影響を及ぼさない領域であれば、ウェハ上の任意の点を選択しうる。また、イオン注入層8bの表面を露出させるエッチング工程において、イオン注入領域4の周辺のシリコン酸化膜が多少サイドエッチされても半導体素子の特性に影響のない場合には、新たなフォトレジストを用いることなくフォトレジスト2aをそのままエッチングレジストとして用いてエッチングを行ってもよい。また、不純物については、ボロン以外にも通常イオン注入される全ての不純物に対して本発明は適用が可能である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による測定方法は、半導体基板上にイオン注入抵抗被膜を成膜し、イオン注入後イオン注入抵抗被膜を除去してサーマウェーブ測定を行うものであるため、本発明によれば、高エネルギーでイオン注入を行った場合にもイオン注入による結晶ダメージを基板表面近くに位置させることができ、高エネルギー使用時のドーズ量を従来より高感度でモニタすることが可能となる。すなわち、従来、1MeV以上のエネルギーでイオン注入した場合には、検出下限ドーズ量は $10^{12}\text{atoms}/\text{cm}^2$ であったが、本発明によればこれを $10^{11}\text{atoms}/\text{cm}^2$ にまで拡大することができる。よって、本発明をインラインモニタに適用

した場合には、よりの確に工程管理を行うことが可能となり、半導体装置の品質安定性の確保に寄与することができる。

【0022】また、本発明の測定方法は、アニール処理を行う必要がなくそしてドーズ量を結晶ダメージにより直接的に測定するものであるため、製造中の半導体素子に悪影響を及ぼすことがなくかつ精度の高い測定値を得ることができる。さらに本発明の測定方法は複雑な工程や大規模な装置を必要とするものではないので、容易にかつ低コストで測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を説明するための断面図。

【図2】本発明の第1の実施例の効果の説明するためのグラフ。

【図3】本発明の第1の実施例に対する、注入エネルギーとフォトレジスト膜厚との関係を示すグラフ。

【図4】本発明の第2の実施例を説明するための平面図と断面図。

【図5】第1の従来例を説明するためのグラフ。

【図6】本発明および従来例で用いられるサーマウェーブ測定装置の概略構成図。

【図7】第2の従来例の問題点を説明するためのグラフ。

【図8】第3の従来例の概略構成図。

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2、2a、2b フォトレジスト
- 3 シリコン酸化膜
- 4 イオン注入領域
- 5 サーマウェーブ測定領域
- 6 スクライブ領域
- 7 半導体チップ
- 8、8a、8b イオン注入層
- 10 ウェハ
- 11 アルゴンレーザ光
- 12 ポンプレーザ源
- 13 検出器
- 14 ヘリウム・ネオンレーザ光
- 15 ブロープレーザ源
- 16 石英窓
- 17 減圧チャンバ
- 18 ウェハ台
- 19 排気管
- 20 輸送管
- 21 マイクロ波放電部
- 22 エッチング機構
- 23 サーマウェーブ検出部